



Patent Disclosure
DE 195 25 424 A 1

Applicant:
Siemens AG, 80333 München, DE

Inventor:
Dipl.-Ing. Johann Förtsch, 96317 Kronach, DE

Optical cable with at least two electrical conductors and process as well as device for the manufacture thereof

The optical cable (OC1) shows at least one loosely arranged optical fiber (LW1 to LWn) and at least two electrical conductors (EL1, EL2), where the latter are embedded in an insulating covering (IS). The optical fiber (LW1 to LWn) is arranged in at least one separate tube-like protective covering, and the insulating covering (IS) containing the electrical conductors (EL1, EL2) is applied to the tube-like protective covering (RS1).

Description

The invention concerns an optical cable with at least one loosely arranged optical fiber and at least two electrical conductors which are embedded in an insulating covering.

A cable of this type is known from DE-U 77 08 302. There the electrical conductors are embedded in an insulating covering which has an opening on the inside in which the optical fibers are arranged. Such an arrangement does not afford the optimal protection for the optical fibers and does not provide for a simple manufacturing process, because the double function of the insulating covering cannot provide sufficient protection for the electrical conductors and the optical fibers as well.

The invention is based on the objective to create an optical cable for which optimal protection as well as a simple manufacturing process is guaranteed. This objective is achieved for the optical cable mentioned in the beginning, by the optical fiber being arranged in its

own tube-like protective covering and the insulating covering containing the electrical conductors being applied to the tube-like protective covering.

The insulating covering can thus be constructed in a way which the desired insulating characteristics demand. Therefore, for the protection of the optical fibers against mechanical stresses an additional tube-like protective covering is provided which has the dimensions to achieve optimal protective characteristics. During movement or mechanical shifting of the electrical conductors due to f.e. a bending process, the optical fibers are protected by the tube-like protective covering within the insulating protective covering and fewer such stresses can be transferred to the optical fibers.

The invention also concerns a process for the manufacture of an optical cable which is characterized by the tube-like protective covering containing the optical fiber being payed off a storage reel and being guided together with the electrical

conductors to a first extruder where the insulating covering is applied.

The invention also concerns a device for the manufacture of the cable according to the invention which is characterized by a storage reel being provided from which the tube-like protective covering containing the optical fiber can be payed off, and an extruder being provided to which the protective covering together with the electrical conductors are being guided to have the insulating covering applied.

Further developments of the invention are given in the sub claims.

The invention and its further developments are explained in the following drawings:

Fig. 1: cross-section of a first sample of the cable according to the invention with a plastic protective covering,

Fig. 2: cross-section of a further sample of the cable according to the invention with several protective coverings containing optical fibers,

Fig. 3: cross-section of an

optical cable according to the invention with additional insulated electrical conductors and a metallic tube-like protective covering.

Fig. 4: cross-section of a cable according to the invention with several single electrical conductors and

Fig. 5: schematic of a device for the manufacture of a cable according to the invention.

In Fig. 1 an optical cable OC1 is shown whose outer jacket consisting preferably of a plastic material is designated as AM. Underneath this, additional elements in one or more layers may be provided, such as f.e. a metallic tube or a metallic film ME and/or tension-proof or antibuckling elements TE. Underneath this an insulating covering IS is provided with two electrical conductors EL1 and EL2 embedded in it. This covering IS forms the insulating for the two blank electrical conductors where they are located in a symmetrical level through the cable axis. It is also possible to provide more than two such electrical conductors where a

symmetrical arrangement relative to the cable axis is preferred. The two electrical conductors EL1 and EL2 can provide the electrical power supply for the optical amplifiers in the optical cable OC1. It is also possible for them to be used as electrical information conductors, f.e. for control processes, signals, monitoring and such. If the metallic tube ME is strong enough, it can also be supplied with electrical conductor systems, f.e. in such a way that the electrical conductors EL1 and EL2 are each separate conductors, whereas the tube-like metallic covering ME forms the common return conductor. The insulating covering IS is firmly applied to a tube-like protective covering RS1 consisting also of plastic and preferably running concentric to the cable axis, inside of which one optical fiber is arranged. In the sample, a multitude of optical fibers LW1 to LWn is shown, where they also can be embedded in a filling compound or combined into groups or ribbons. The plastic material for the tube-like protective covering RS1 is a

hardened plastic, especially one that is harder than the general relatively soft elastic plastic IS. This guarantees an especially effective protection of the optical fibers LW1 to LWn, even f.e. during strong bending processes which can lead to a certain radial shifting of the electrical conductors EL1 and EL2, because the protective covering RS1 protects the optical fibers to a large extent against deformation of the insulating covering IS.

For Fig. 2 to 4 a number of elements (AM, ME, TE and IS) are unchanged, therefore the same designations for these elements are used. Essentially the only construction change in Fig. 2 relative to Fig.1 is the formation of the protective covering receiving the optical fibers. Here a number of smaller tube-like protective coverings RS 21 to RS2n is provided which are stranded unto a tension-proof or antibuckling element TE and preferably run symmetrically to the cable axis. In every or at least a part of these tube-like protective coverings RS21 to RS2n at least one

optical fiber is provided. These optical fibers are protected and ensured against mechanical stresses from the movement of the electrical conductors EL1 and EL2 by their respective protective coverings RS21 to RS2n.

In Fig. 3 the construction change vs. Fig. 1 is in the protective covering RS3 being metallic, which on one hand improves the diffusion stability of the cable and on the other hand results in a greater mechanical protection of the optical fibers contained inside. It can be useful to provide the electrical conductors EL1 and EL2 with an additional insulating layer EL1 or EL2 respectively; preferably these should consist of a harder material than the insulating covering IS. The following materials are preferred for the insulating covering IS:

- Polybutylenterephthalate (PBTP),
- Polyphenylensulfide (PPS),
- Polyethylenimine (PEI),
- Polyesterimide, etc.

The metallic protective covering RS3 can be included in the electrical transmission system, f.e. by

forming its own conductor system with the metallic covering ME, or in other likely combinations.

In Fig. 4 the electrical conductors consist of single conductor elements EL1 to EL1n or EL21 to EL2n respectively, which are stranded together.

For the manufacture of the cable according to the invention according to Fig. 1, Fig. 3 or Fig. 4, a storage reel VSR as seen in Fig. 5 is provided from which the protective covering f.e. RS1 is payed off. During online manufacturing, an extruder is provided in place of the storage reel VSR which provides a continuous supply of optical fibers with a corresponding protective covering, f.e. RS1. As the tube-like protective covering RS1, the electrical conductors EL1, EL2 are payed off the corresponding storage reels VSE1 and VSE2 at the same time, they are guided to an extruder EX1 which applies the insulating covering IS and embeds these electrical conductors completely into the insulation. The resulting formation IS* is passed through a

storage device VT for application of the tension or antibuckling elements which contains the relative tension and antibuckling elements TE on their respective storage reels. The resulting intermediate product TE* supplied with tension and/or antibuckling elements is guided to a forming device FE to which a metallic band ME is guided from a storage reel VM, which is bent around the intermediate product TE* in such a way that a completely closed metallic covering ME* is created. By means of a second extruder EX2 the outer jacket AM is applied and the finished cable OC1 is produced which can be spooled unto a corresponding drum VA.

Patent Claims

1. Optical cable (OC1) with at least one loosely arranged optical fiber (LW1 to LWn) and with at least two electrical conductors (EL1, EL2) which are embedded in an insulating covering (IS), is characterized by the optical fiber (LW1 to LWn) being arranged in its own tube-like protective covering (RS1) and the insulating covering (IS) containing the electrical conductors (EL1, EL2) being applied to the tube-like protective covering (RS1).
2. Optical cable according to claim 1, is characterized by the tube-like protective covering (RS1) containing the optical fiber (LW1 to LWn) being made of harder material than the insulating covering (IS) containing the electrical conductors (EL1, EL2).
3. Optical cable according to one of the preceding claims, is characterized by the tube-like protective covering (RS1) containing the optical fiber (LW1 to LWn) being made of a plastic material.
4. Optical cable according to one of the claims 1 or 2, is characterized by the tube-like protective covering (RS1) containing the optical fiber (LW1 to LWn) consisting of a metal.
5. Optical cable according to one of the preceding claims, is characterized by the tube-like protective covering (RS1) containing the optical fiber (LW1 to LWn) running concentric to the cable axis.

6. Optical cable according one of the claims 1 to 5, is characterized by several tube-like protective coverings (RS21 to RS2n) containing at least one optical fiber being provided which are preferably arranged symmetrically to the longitudinal cable axis.

7. Optical cable according to claim 6, is characterized by the tube-like protective coverings (RS21 to RS2n) containing the optical fibers (LW1 to LWn) being stranded onto a tension-proof element.

8. Optical cable according to one of the preceding claims, is characterized by an outer jacket (AM) being applied to the insulating covering (IS).

9. Optical cable according to claim 8, is characterized by additional elements being inserted between the insulating covering (IS) and the outer jacket (AM): especially tension and/or support elements (TE) and/or a metallic covering (ME).

10. Optical cable according to one of the preceding claims, is characterized by the electrical conductors (EL1, EL2) showing their own layer of

insulation (EI1, EI2).

11. Optical cable according to one of the preceding claims, is characterized by the electrical conductors (EL1, EL2) being constructed of single conductor elements (EL11 to EI1n; EL21 to EI2n) preferably stranded together.

12. Process for the manufacture of a cable according to one of the previous claims, is characterized by the tube-like protective covering (RS1) containing the optical fibers (LW1 to LWn) being payed off a storage reel (VSR) and being guided to a first extruder (EX1) together with the electrical conductors (EL1, EL2) for application of the insulating covering (IS).

13. Process according to claim 12, is characterized by the application of additional, especially tension-proof and/or antibuckling elements (TE) to the insulating covering (IS).

14. Process according to one of the claims 12 and 13, is characterized by the application of a metallic covering (ME) to the insulating covering (IS) or to the tension-proof and antibuckling elements (TE).

15. Process according to one of the claims 12 to 14, is characterized by the application of an outer jacket (AM) by means of an additional extruder (EX2).

16. Device for the manufacture of an optical cable according to one of the claims 1 to 11, is characterized by a storage reel (VSR) being provided from which the tube-like protective covering (RS1) containing the optical fibers (LW1 to LWn) can be payed off, and an extruder (EX1) being provided to which the protective covering (RS1) together with the electrical conductors (EL1, EL2) are guided and which applies the insulating covering (IS).

Contains 3 page(s) of drawings



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 25 424 A 1**

⑤ Int. Cl.®:
H 01 B 11/22
G 02 B 6/44
H 01 B 7/18
H 01 B 13/22

⑲ Aktenzeichen: 195 25 424.4
⑳ Anmeldetag: 12. 7. 95
㉔ Offenlegungstag: 16. 1. 97

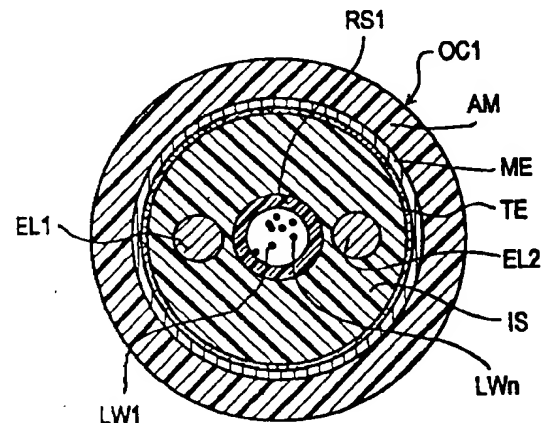
DE 195 25 424 A 1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:
Förtsch, Johann, Dipl.-Ing., 96317 Kronach, DE

⑤④ Optisches Kabel mit mindestens zwei elektrischen Leitern und Verfahren sowie Einrichtung zu dessen Herstellung

⑤⑦ Das optische Kabel (OC1) weist mindestens einen lose angeordneten Lichtwellenleiter (LW1-LWn) und mindestens zwei elektrische Leiter (EL1, EL2) auf, wobei letztere in eine isolierende Umhüllung (IS) eingebettet sind. Der Lichtwellenleiter (LW1-LWn) ist in mindestens einer eigenen rohrförmigen Schutzhülle angeordnet und die die elektrischen Leiter (EL1, EL2) enthaltende isolierende Umhüllung (IS) wird auf die rohrförmige Schutzhülle (RS1) aufgebracht.



DE 195 25 424 A 1

Die Erfindung betrifft ein optisches Kabel mit mindestens einem lose angeordneten Lichtwellenleiter und mindestens zwei elektrischen Leitern, die in eine isolierende Umhüllung eingebettet sind.

Ein Kabel dieser Art ist aus DE-U 77 08 302 bekannt. Dabei werden die elektrischen Leiter in eine isolierende Umhüllung eingebettet, die im Inneren eine Öffnung aufweist, in der die Lichtwellenleiter angeordnet sind. Eine derartige Anordnung bietet nicht den optimalen Schutz für die Lichtwellenleiter und ermöglicht auch nicht ein einfaches Herstellungsverfahren, weil die Doppelfunktion der isolierenden Umhüllung nicht im ausreichenden Maße den elektrischen und gleichzeitig den Schutzanforderungen an die Lichtwellenleiter kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optisches Kabel zu schaffen, bei dem neben einfacher Herstellung ein optimaler Schutz der Lichtwellenleiter gewährleistet ist. Diese Aufgabe wird bei einem optischen Kabel der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der Lichtwellenleiter in einer eigenen rohrförmigen Schutzhülle angeordnet ist und daß die elektrischen Leiter enthaltende isolierende Umhüllung auf die rohrförmige Schutzhülle aufgebracht ist.

Die isolierende Umhüllung kann somit so ausgelegt werden, daß wie es die gewünschten Isolationseigenschaften verlangen. Dagegen ist für den eigentlichen Schutz der Lichtwellenleiter vor mechanischen Beanspruchungen eine zusätzliche rohrförmige Schutzhülle vorgesehen, die entsprechend dimensioniert werden kann, so daß optimale Schutzeigenschaften erreicht werden. Bei einer Bewegung oder mechanischer Verschiebung der elektrischen Leiter infolge z. B. eines Biegevorganges sind die Lichtwellenleiter durch die innerhalb der isolierenden Umhüllung vorgesehene rohrförmige Schutzhülle zusätzlich geschützt und es können weniger derartige Kräfte auf die Lichtwellenleiter übertragen werden.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Kabels, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß die den Lichtwellenleiter enthaltende rohrförmige Schutzhülle von einer Vorratsspule abgezogen und zusammen mit den elektrischen Leitern einem ersten Extruder zugeführt werden, durch den die isolierende Umhüllung aufgebracht wird.

Die Erfindung betrifft auch eine Einrichtung zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Kabels, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß eine Vorratsspule vorgesehen ist, von der die den Lichtwellenleiter enthaltende rohrförmige Schutzhülle abziehbar ist, und daß ein Extruder vorgesehen ist, welchem die Schutzhülle zusammen mit den elektrischen Leitern zugeführt sind und der die isolierende Umhüllung aufbringt.

Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen wiedergegeben.

Die Erfindung und ihre Weiterbildung werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 im Querschnitt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kabels mit einer Schutzhülle aus Kunststoffmaterial,

Fig. 2 als weiteres Ausführungsbeispiel ein erfindungsgemäßes Kabel im Querschnitt mit mehreren Lichtwellenleiter enthaltenden Schutzhüllen,

Fig. 3 im Querschnitt ein optisches Kabel nach der Erfindung mit zusätzlich isolierten elektrischen Leitern und einer aus Metall bestehenden rohrförmigen Schutz-

hülle,

Fig. 4 im Querschnitt ein erfindungsgemäßes Kabel mit aus mehreren Einzeleleitern bestehenden elektrischen Leitern und

Fig. 5 in schematischer Darstellung eine Einrichtung zur Herstellung eines Kabels nach der Erfindung.

In Fig. 1 ist ein optisches Kabel OC1 dargestellt, dessen vorzugsweise aus Kunststoffmaterial bestehender Außenmantel mit AM bezeichnet ist. Darunter können in einer oder mehreren Lagen zusätzliche Elemente vorgesehen sein, wie z. B. ein Metallrohr oder eine Metallfolie ME und/oder zug- bzw. stauchfeste Elemente TE. Darunter ist eine isolierende Umhüllung IS vorgesehen, in die zwei elektrische Leiter EL1 und EL2 eingebettet sind. Diese Umhüllung IS bildet also die Isolierung für die blanken elektrischen Leiter, wobei letztere in einer durch die Kabelachse gehenden Symmetrieebene liegen. Es ist auch möglich, mehr als zwei derartige elektrische Leiter vorzusehen, wobei eine symmetrische Anordnung bezogen auf die Kabelachse zweckmäßig zu bevorzugen ist. Die elektrischen Leiter EL1 und EL2 können beispielsweise der Stromversorgung von in den Verlauf des optischen Kabels OC1 eingefügten optischen Verstärkern dienen. Es ist aber auch möglich, daß sie als elektrische Informationsleitungen verwendet werden, beispielsweise für Steuerungsvorgänge, Signalisierung, Überprüfung oder dergleichen. Wenn das metallische Rohr ME entsprechend stark ausgebildet ist, kann es ebenfalls mit in das elektrische Leitungssystem einbezogen werden, beispielsweise derart, daß die elektrischen Leiter EL1 und EL2 jeweils getrennte Leiter darstellen, während die rohrförmige Metallhülle ME den gemeinsamen Rückleiter bildet. Die isolierende Umhüllung IS sitzt fest auf einer, ebenfalls aus Kunststoffmaterial bestehenden, vorzugsweise konzentrisch zur Kabelachse verlaufenden, rohrförmigen Schutzhülle RS1 auf, in deren Innerem mindestens ein Lichtwellenleiter angeordnet ist. Im vorliegenden Beispiel ist eine Vielzahl von Lichtwellenleitern LW1—LWn dargestellt, wobei diese auch in eine Füllmasse eingebettet bzw. zu Gruppen oder Bündchen zusammengefaßt sein können. Das Kunststoffmaterial für die rohrförmige Schutzhülle RS1 besteht zweckmäßig aus einem harten Kunststoff, insbesondere einem solchen, der härter ist als das im allgemeinen relativ weichelastische Kunststoffmaterial IS. Dadurch ist ein besonders effektiver Schutz der Lichtwellenleiter LW1—LWn gewährleistet, auch z. B. bei starken Biegevorgängen, die zu einer gewissen radialen Verschiebung der elektrischen Leiter EL1 und EL2 führen können, weil die Schutzhülle RS1 die Lichtwellenleiter weitgehend gegen die Verformung der isolierenden Umhüllung IS schützt.

Bei den Fig. 2 mit 4 sind eine Reihe von Elementen (AM, ME, TE und IS) unverändert beibehalten, weshalb auch die gleichen Bezugszeichen für diese Elemente verwendet wurden. In Fig. 2 ändert sich gegenüber dem Aufbau nach Fig. 1 im wesentlichen nur die Ausgestaltung der die Lichtwellenleiter aufnehmenden Schutzhülle. So ist dort eine Anzahl von 6 kleineren rohrförmigen Schutzhüllen RS21 bis RS2n vorgesehen, die auf ein zug- und/oder stauchfestes Element TC aufgesiebt sind und vorzugsweise symmetrisch zur Kabelachse verlaufen. In jeder oder zumindest einem Teil dieser rohrförmigen Schutzhüllen RS21 bis RS2n ist mindestens ein Lichtwellenleiter vorgesehen. Diese Lichtwellenleiter sind durch die jeweiligen Schutzhüllen RS21 bis RS2n gegen mechanische Beanspruchungen ausgehend von Bewegungsvorgängen der elektrischen Leiter EL1 und

EL2 z. B. beim Biegen zusätzlich geschützt und gesichert.

In Fig. 3 ist gegenüber der Ausführungsform nach Fig. 1 eine Abwandlung in sofern getroffen, als die rohrförmige Schutzhülle RS3 aus Metall besteht, was einerseits die Diffusionsfestigkeit des Kabels verbessert und andererseits einen vergrößerten mechanischen Schutz der im Inneren enthaltenen Lichtwellenleiter ergibt. Es kann zweckmäßig sein, die elektrischen Leiter EL1 und EL2 außen mit einer zusätzlichen eigenen Isolierschicht EI1 bzw. EI2 versehen, die vorzugsweise aus härterem Material bestehen kann als die isolierende Umhüllung IS. Bevorzugt werden für die isolierende Umhüllung IS verwendet:

Polybutylenterephthalat (PBTP),
Polyphenylensulfide (PPS),
Polyethylenimin (PEI),
Polyesterimid usw.

Die metallische Schutzhülle RS3 kann auch mit in das elektrische Übertragungssystem einbezogen werden, beispielsweise dadurch, daß es mit der Metallhülle ME ein eigenes Leitungssystem bildet oder auch in sonstigen anderen denkbaren Kombinationen.

In Fig. 4 bestehen die elektrischen Leiter aus einzelnen zweckmäßig miteinander verseilten Leiterelementen EL1 bis EL1n bzw. EL21 bis EL2n.

Bei der Herstellung des Kabels nach der Erfindung gemäß Fig. 1, Fig. 3 oder Fig. 4 ist entsprechend Fig. 5 eine Vorratsspule VSR vorgesehen, von der die Schutzhülle z. B. RS1 abgezogen wird. Bei einer Online-Fertigung ist anstelle der Vorratsspule VSR ein Extruder vorzusehen, durch den fortlaufend Lichtwellenleiter mit einer entsprechenden rohrförmigen Schutzhülle z. B. RS1 versehen werden. Gleichzeitig mit der rohrförmigen Schutzhülle RS1 werden die elektrischen Leiter EL1, EL2 von entsprechenden Vorratsspulen VSE1 und VSE2 abgezogen und einem Extruder EX1 zugeführt, welcher die isolierende Umhüllung IS aufbringt und durch diese die elektrischen Leiter allseitig in die Isolierung einbettet. Das so erhaltene Gebilde IS* wird zwecks Aufbringung der Zug- und/oder Stauchelemente durch ein Vorratsgestell VT hindurchgeführt, welches auf entsprechenden Vorratsspulen die jeweiligen Zug- und/oder Stauchelemente TE enthält. Das so erhaltene mit Zug- und/oder Stauchelementen bedeckte Zwischenprodukt TE* wird einer Formeinrichtung FE zugeführt, der von einer Vorratsspule VM ein Metallband ME zugeleitet wird, wobei dieses so um das Zwischenprodukt TE* herumgebogen wird, daß eine allseitig geschlossene Metallumhüllung ME* entsteht. Mittels eines weiteren Extruder EX2 wird der Außenmantel AM aufgebracht und so das fertige Kabel, z. B. CA1 erhalten, das auf eine entsprechende Trommel VA aufgetrommelt werden kann.

Patentansprüche

1. Optisches Kabel (OC1) mit mindestens einem lose angeordneten Lichtwellenleiter (LW1—LWn) und mindestens zwei elektrischen Leitern (EL1, EL2), die in eine isolierende Umhüllung (IS) eingebettet sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter (LW1—LWn) in einer eigenen rohrförmigen Schutzhülle (RS1) angeordnet ist und daß die elektrischen Leiter (EL1, EL2) enthaltende isolierende Umhüllung (IS) auf die rohrförmige Schutzhülle (RS1) aufgebracht ist.
2. Optisches Kabel nach Anspruch 1, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die den Lichtwellenleiter (LW1—LWn) enthaltende rohrförmige Schutzhülle (RS1) aus härterem Material besteht als die elektrischen Leiter (EL1, EL2) enthaltende isolierende Umhüllung (IS).

3. Optisches Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den Lichtwellenleiter (LW1—LWn) enthaltende rohrförmige Schutzhülle (RS1) aus Kunststoffmaterial besteht.

4. Optisches Kabel nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die den Lichtwellenleiter (LW1—LWn) enthaltende rohrförmige Schutzhülle (RS3) aus Metall besteht.

5. Optisches Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den Lichtwellenleiter (LW1—LWn) enthaltende rohrförmige Schutzhülle (RS1) konzentrisch zur Kabelachse verläuft.

6. Optisches Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere jeweils mindestens einen Lichtwellenleiter enthaltende rohrförmige Schutzhüllen (RS21 bis RS2n) vorgesehen sind, die vorzugsweise symmetrisch zur Kabelängsachse angeordnet sind.

7. Optisches Kabel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtwellenleiter (LW1—LWn) enthaltenden rohrförmigen Schutzhüllen (RS21 bis RS2n) auf ein zugfestes Element (TC) aufgeseilt sind.

8. Optisches Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die isolierende Umhüllung (IS) ein Außenmantel (AM) aufgebracht ist.

9. Optisches Kabel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der isolierenden Umhüllung (IS) und dem Außenmantel (AM) weitere Elemente eingebracht sind, insbesondere Zug- und/oder Stützelemente (TE) und/oder eine metallische Umhüllung (ME).

10. Optisches Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Leiter (EL1, EL2) zusätzlich eine eigene als Schicht aufgebrachte Isolierung (EI1, EI2) aufweisen.

11. Optisches Kabel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Leiter jeweils aus einzelnen, vorzugsweise miteinander verseilten, Leiterelementen (EL11—EL1n; EL21—EL2n) aufgebaut sind.

12. Verfahren zur Herstellung eines Kabels nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den Lichtwellenleiter (LW1—LWn) enthaltende rohrförmige Schutzhülle (RS1) von einer Vorratsspule (VSR) abgezogen und zusammen mit den elektrischen Leitern (EL1, EL2) einem ersten Extruder (EX1) zugeführt wird, durch den die isolierende Umhüllung (IS) aufgebracht wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß auf die isolierende Umhüllung (IS) weitere, insbesondere zug- und/oder stauchfeste Elemente (TE) aufgebracht werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß auf die isolierende Umhüllung (IS) oder auf die zug- und stauchfesten Elemente (TE) eine metallische Umhüllung (ME) aufgebracht wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines weiteren Extruders (EX2) ein Außenmantel (AM) aufgebracht wird.

16. Einrichtung zur Herstellung eines Kabel nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorratsspule (VSR) vorgesehen ist, von der die den Lichtwellenleiter (LW1—LWn) enthaltende rohrförmige Schutzhülle (RS1) abziehbar ist, und daß ein Extruder (EX1) vorgesehen ist, welchem die Schutzhülle (RS1) zusammen mit den elektrischen Leitern (EL1, EL2) zugeführt sind und der die isolierende Umhüllung (IS) aufbringt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG 1

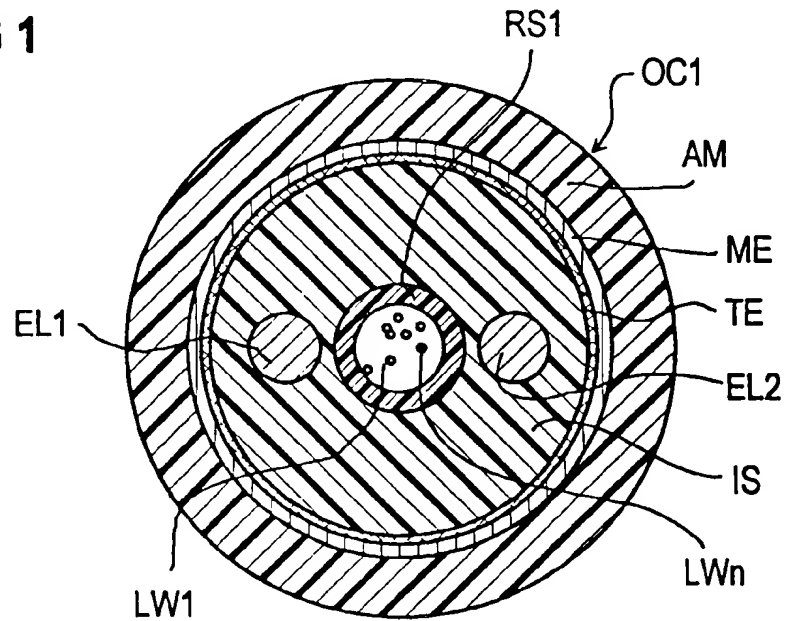


FIG 2

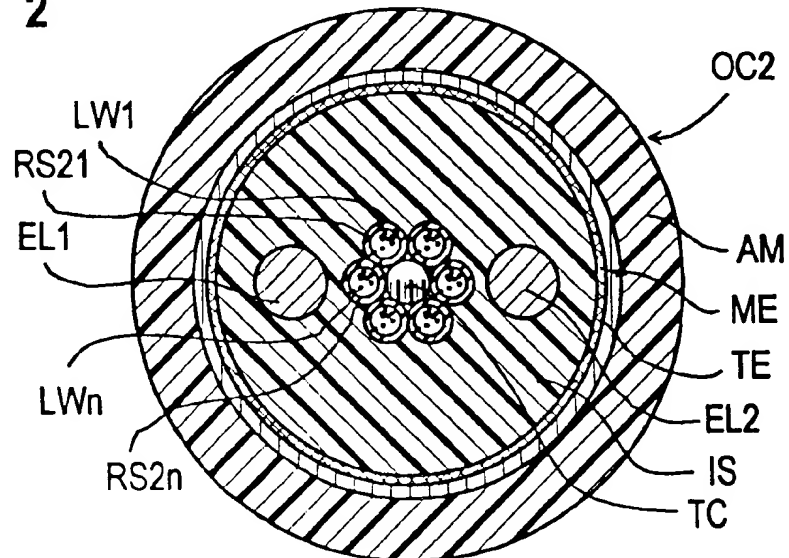


FIG 3

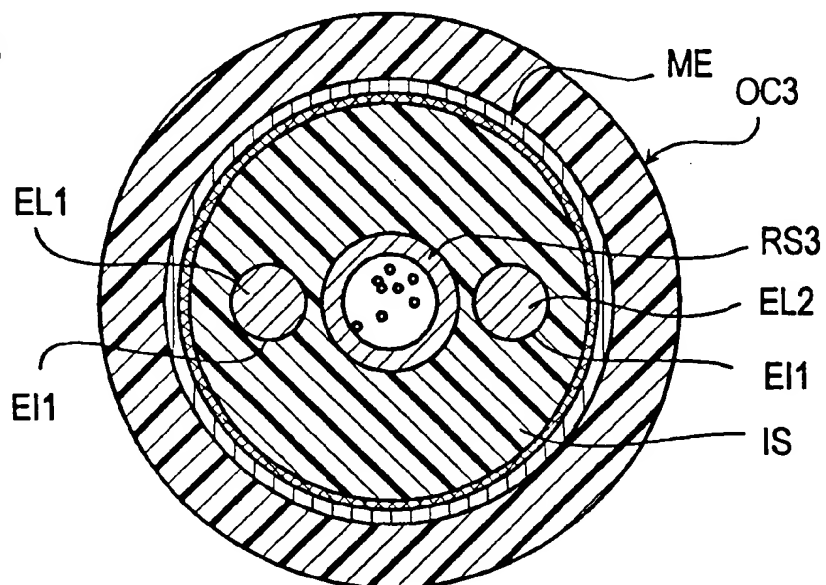


FIG 4

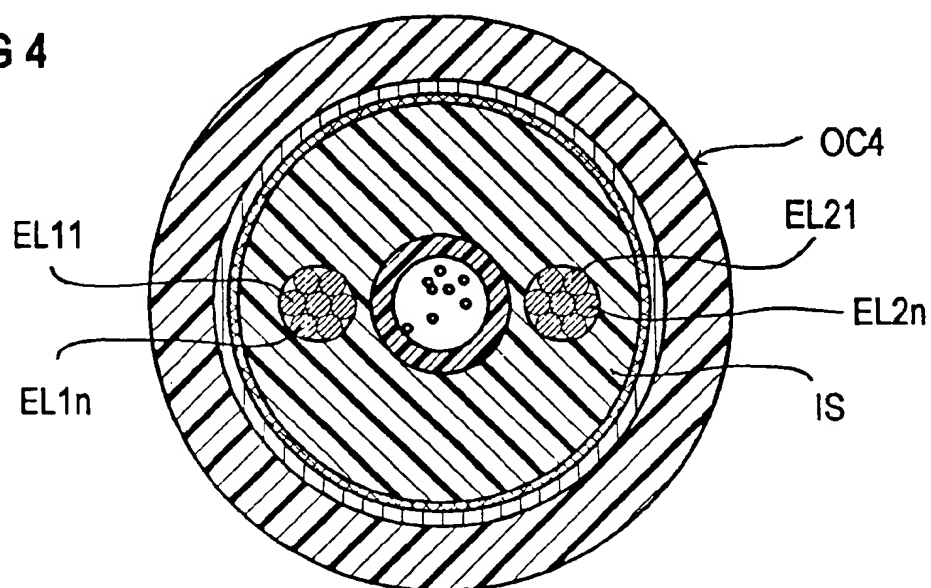


FIG 5

